

М. Ш. Тамбиев

Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю. А., г. Саратов

tambiev_murat@mail.ru

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук О. В. Захаров

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВКИ

Рассмотрена задача повышения эффективности струйно-абразивной обработки на основе двухкритериальной оптимизации параметров процесса. В качестве критериев взяты качество поверхности в виде параметра Ra и производительность, варьируемыми параметрами являются давление воздуха и время обработки. На основе экспериментальных исследований получены эмпирические зависимости. Решение задачи показало, что существует Парето оптимальное множество решений.

Ключевые слова: струйно-абразивная обработка, поверхность, оптимизация, шероховатость.

M. Sh. Tambiev

OPTIMIZATION OF JET-ABRASIVE TREATMENT OF THE INTERNAL SURFACE OF WORKPIECE

The problem of increasing the efficiency of jet-abrasive processing based on two-criteria optimization of process parameters is considered. As criteria, the surface quality in the form of parameter Ra and productivity are taken, the parameters being varied are air pressure and processing time. Empirical dependencies were obtained on the basis of experimental studies. The solution of the problem showed that Pareto optimal set of solutions.

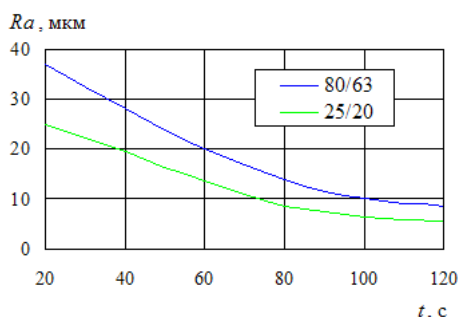
Key words: jet-abrasive treatment, surface, optimization, roughness.

Окончательная обработка поверхностей ответственных деталей производится преимущественно с помощью абразивных инструментов или сред. Одним из перспективных методов обработки является струйно-абразивная. Сущность метода заключается в использовании эффекта удара частиц обрабатывающего материала об обрабатываемую поверхность. Известные работы в этой области [1–7] рассматривают схему обработки, при которой абразивно-воздушная смесь формируется в отдельной камере, а затем под давлением подается

на обрабатываемую поверхность. Обработка внутренних поверхностей при наличии труднодоступных мест в значительной степени ограничивается технологическими возможностями оборудования. Поэтому для внутренних поверхностей эффективность традиционной технологической схемы оказывается недостаточной. В связи с этим обоснована новая схема, при которой абразив предварительно помещают внутри герметичной зоны обработки, затем подают сжатый воздух и формируют абразивно-воздушную смесь непосредственно в зоне обработки [8, 9].

Проведены экспериментальные исследования, направленные на изучение технологических возможностей предложенной схемы абразивно-струйной обработки и необходимые для определения рациональных режимов. Изучалось влияние времени t и давления p на производительность и качество. Производительность определялась как съём металла h , мкм, а качество регламентировалось параметром шероховатости Ra . Результаты представлены на рис. 1, 2.

а



б

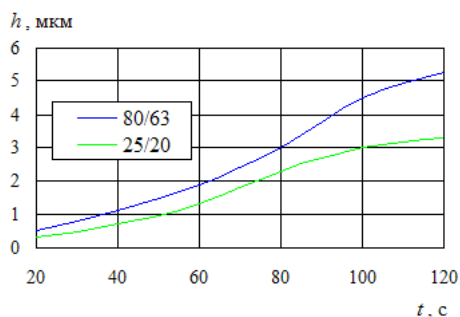
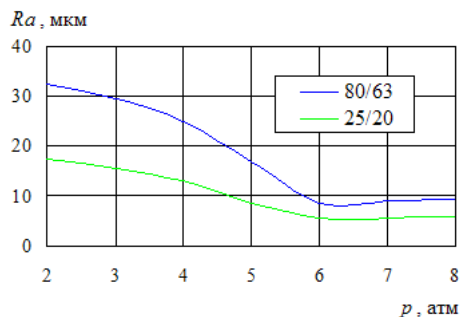


Рис. 1. Зависимость съема металла h (а) и шероховатости поверхности Ra (б) от времени обработки t

а



б

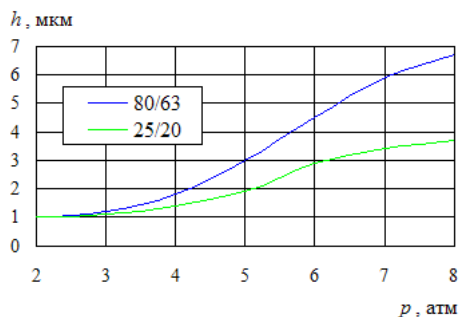


Рис. 2. Зависимость съема металла h (а) и шероховатости поверхности Ra (б) от давления воздуха p

Основными проблемами при струйно-абразивной обработке поверхностей заготовок традиционно считаются обеспечение максимальной производительности и максимального качества поверхности. Традиционно данную задачу решают путем оптимизации одного из указанных критериев. Более строгий математический подход подразумевает двухкритериальную оптимизацию процесса.

На основе экспериментальных исследований установлено, что кривые шероховатости обработанной поверхности и съема металла в зависимости от давления воздуха и времени обработки с достаточной точностью можно аппроксимировать степенными зависимостями вида

$$Ra = a_1 p^{a_2} t^{a_3}; \quad D = b_1 p^{b_2} t^{b_3}.$$

Для проведенных экспериментов, при изменении давления 2–8 атм, времени 20–120 с, при абразиве — электрокорунд белый марки 25 А шлифзерно 80/63 и исходной шероховатостью поверхности $Ra = 25$ мкм, получены следующие зависимости:

$$Ra = 1362,7 p^{-0,8} t^{-0,7}; \quad D = 0,099 p^{0,69} t^{0,94}.$$

По результатам проведения линейного нормирования функций Ra и D сформированы кривые рис. 3. Проекция пересечения поверхностей в виде линии представляет собой Парето оптимальное множество решений.

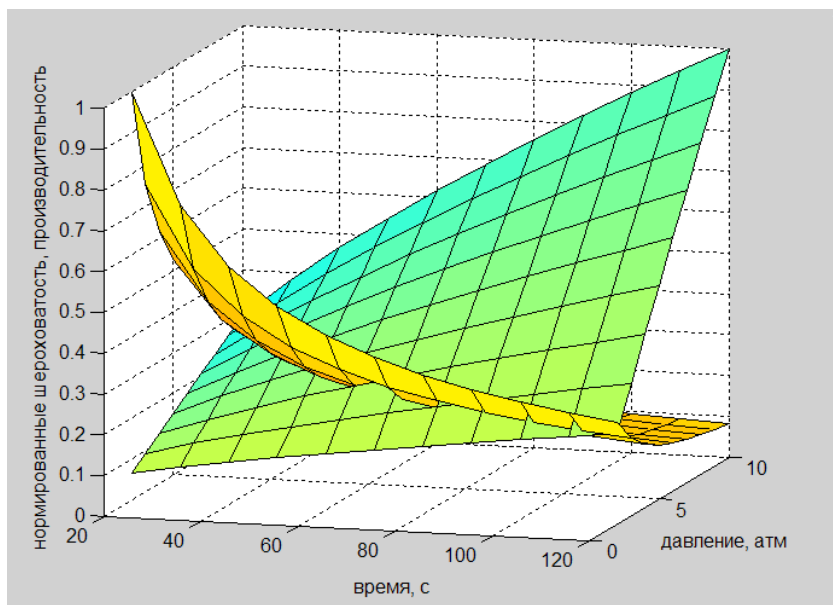


Рис. 3. Нормированные зависимости шероховатости поверхности и съема металла

Таким образом, приведенные зависимости позволяют оптимизировать процесс струйно-абразивной обработки одновременно по двум критериям: производительности и качеству поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Скляров А. И., Захаров О. В., Кочетков А. В. Повышение эффективности диагностирования газовых трубопроводов на основе предварительной абразивно-струйной очистки // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2016. № 8. С. 29–32.
- 2 Струйно-абразивная обработка крупногабаритных деталей / О. В. Захаров, Л. В. Худобин, Н. И. Веткасов, А. И. Скляров, А. В. Кочетков // Вестник машиностроения. 2016. № 3. С. 79–81.
- 3 Погораздов В. В., Захаров О. В. Геометро-аналитическая поддержка технологий формообразования винтовых поверхностей : учеб. пособие. Саратов : СГТУ, 2004. 72 с.
- 4 Повышение эффективности гидроабразивного резания вращением струи рабочей жидкости / В. В. Иванов [и др.] // СТИН. 2017. № 6. С. 29–32.
- 5 Повышение эффективности работоспособности задвижек трубопроводной арматуры / Т. Н. Иванова, А. М. Губанов, К. Э. Борисова, Д. Ю. Надуялова // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. № 4. С. 48–49.
- 6 Демьяненко Е. Г., Попов И. П. Исследование способа формообразования тонкостенных деталей на основе процессов отбортовки и формовки // Авиационная техника. 2016. № 2. С. 114–118.
- 7 Зверовщиков В. З., Зверовщиков А. Е., Зверовщиков Е. А. Повышение эффективности объемной центробежной отделочно-упрочняющей обработки деталей в контейнерах с планетарным вращением // Упрочняющие технологии и покрытия. 2007. № 12. С. 3–7.
- 8 Веткасов Н. И., Скляров И. А., Захаров О. В. Повышение эффективности струйно-абразивной обработки на основе двухкритериальной оптимизации параметров процесса // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Курск, 2017. С. 59–60.
- 9 Захаров О. В. Бесцентровое шлифование конических поверхностей на станках с продольной подачей // Автоматизация и современные технологии. 2006. № 7. С. 14–16.